

# ATTACK TIME DETECTING DEVICE USED FOR AUTOMATIC M TRANSCRIPTION SYSTEM OR THE LIKE

Patent number: JP5273964  
 Publication date: 1993-10-22  
 Inventor: KOMATSU SHIGEAKI  
 Applicant: BROTHER IND LTD  
 Classification:  
 - international: G10G3/04  
 - european:  
 Application number: JP19920074409 19920330  
 Priority number(s):

## Abstract of JP5273964

**PURPOSE:** To provide the device which can accurately detect attack time by utilizing the change of spectrum.

**CONSTITUTION:** Corresponding to musical tone signal data subjected to sampling by an A/D converter and stored in a RAM, a CPU calculates power spectrum at every fixed time interval and calculates time sequences  $F_1, F_2 \dots F_N$  of the power spectrum ( $S_1$ ). Next, the CPU calculates time sequences  $\Delta F_1, \Delta F_2 \dots \Delta F_N$  of a time change amount to the power spectrum ( $S_2$ ). Afterwards, the CPU calculates the total sum of the positive components of the time change amounts to the power spectrum for each frame by an expression and calculates time sequences  $S_1, S_2 \dots S_N$  ( $S_3$ ). Then, the CPU detects the local peaks of the time sequences  $S_1, S_2 \dots S_N$  and defines the time detecting the local peak as the attack time.



$$S_1 = \sum_{i=1}^N$$

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

17786

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-273964

(43)公開日 平成5年(1993)10月22日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G10G 3/04

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

7346-5H

審査請求 未請求 請求項の数1(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-74409

(22)出願日 平成4年(1992)3月30日

(71)出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区苗代町15番1号

(72)発明者 小松 慈明

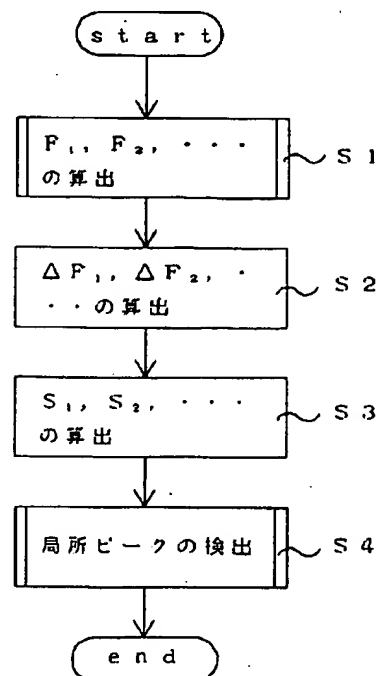
名古屋市瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工業株式会社内

(54)【発明の名称】 自動採譜装置等に用いられるアタック時刻検出装置

(57)【要約】

【目的】 本発明はスペクトルの変化を利用することにより、精度良くアタック時刻の検出ができる装置を提供することを目的としている。

【構成】 CPUはA/D変換装置により標本化されRAMに格納されている楽曲信号データに対し一定時間間隔毎にパワー・スペクトルを算出しパワー・スペクトルの時系列 $F_1, F_2, \dots, F_N$ を算出する(S1)。次に、CPUは前記パワー・スペクトルに対する時間変化量の時系列 $\Delta F_1, \Delta F_2, \dots, \Delta F_N$ を算出する(S2)。次に、CPUは各フレーム毎に前記パワー・スペクトルに対する時間変化量の正の成分の総和を算出し時系列 $S_1, S_2, \dots, S_N$ を算出する(S3)。次に、CPUは前記時系列 $S_1, S_2, \dots, S_N$ の局所ピークを検出し、前記局所ピークの検出された時刻をアタック時刻とする(S4)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 音響的な楽曲信号データに対し一定時間間隔毎にパワー・スペクトルを算出しパワー・スペクトルの時系列 $F_1, F_2, \dots, F_N$  (但し $F_i = \{F_{i1}, F_{i2}, \dots, F_{iM}\}$  は第 $i$ フレームのパワー・スペクトル、 $M$ は周波数帯域分割数を示す。)を出力する周波数分析手段と、前記パワー・スペクトルの時間変化量を算出し時系列 $\Delta F_1, \Delta F_2, \dots, \Delta F_N$  (但し $\Delta F_i = \{\Delta F_{i1}, \Delta F_{i2}, \dots, \Delta F_{iM}\}$  は第 $i$ フレームのパワー・スペクトルの時間変化量を示す。)を出力する微分手段と、各フレーム毎に前記パワー・スペクトルの時間変化量の正の成分の総和を次式により算出し時系列 $S_1, S_2, \dots, S_N$ を出力する手段と、

$$S_i = \sum_{k=1}^M \max(\Delta F_{ik}, 0)$$

但し、 $\max(a, b)$  は $a, b$ の内小さくない方の値  
前記時系列 $S_1, S_2, \dots, S_N$ の局所ピークを検出するピーク検出手段とを有し、前記局所ピークの検出された時刻をアタック時刻とすることを特徴とする自動探  
10 譜装置等に用いられるアタック時刻検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、音響的な楽曲信号に対して探譜を行なう自動探譜装置に係わり、特に、各音の立ち上がり時刻 (以後、アタック時刻) の検出装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種の自動探譜装置等に用いられるアタック時刻検出装置は、図1に示すように構成されていた。オーディオ・アンプ1は演奏された楽曲信号を入力とし、この信号を適切な電圧値に増幅する。ローパス・フィルタ2はオーディオ・アンプ1により増幅された信号における5.5kHz以下の周波数成分のみを通過させることにより、標本化時の折返し歪を抑えている。A/D変換装置3はローパス・フィルタ通過信号を、サンプリング周波数12kHz、16ビットのデジタル信号に変換する。I/Oポート4はCPU5とA/D変換装置3、ディスプレイ8とを接続している。CPU5は楽曲信号データの対数パワーの時間変化量算出処理、ピーク検出処理等を行ない、RAM6、及びROM7に接続されている。

【0003】 前記RAM6には、A/D変換装置3により標本化された楽曲信号データ、CPU5により算出された対数パワーの時間変化量等が格納されるエリアが用意されている。前記ROM7には、対数パワーの時間変化量算出ロジック、ピーク検出ロジック等が格納されている。前記ディスプレイ8は処理結果等の表示を行なう。

【0004】 以下、従来例の動作について図4～図6を

参照して説明する。

【0005】 図5は従来例により行なわれる処理を示すフローチャートである。

【0006】 CPU5は始めに、A/D変換装置3により標本化されRAM6に格納されている楽曲信号データ $x_1, x_2, \dots, x_H$  ( $H$ はデータのサンプル数を示す) に対して、120ポイント (10msec) 間隔に設定されたフレーム毎に、短時間対数パワーの時系列 $P_1, P_2, \dots, P_N$ を算出する (S51)。

10 【0007】 ここで、短時間対数パワーの時系列算出処理S51について図6を参照し説明する。まず、CPU5は楽曲信号データに対して処理を行うフレームの番号 $i$  (以後、フレーム番号) を初期化する ( $i=0: S61$ )。次に、RAM6に格納されている楽曲信号データを入力とし、短時間パワー $R_i$ の算出を次式により行う (S63)。

【0008】

$$R_i = \sum_{k=0}^{L-1} (x_{i+120 \cdot k - 1/2})^2$$

(L=256)

次に、CPU5は前記短時間パワー $R_i$ に対し、次式により対数パワー $P_i$ を算出し、結果をRAM6に格納する (S64)。

【0009】  $P_i = \log(R_i)$

次に、CPU5は前記フレーム番号 $i$ をインクリメントし、処理をS62に戻す (S65)。

【0010】 S62では、CPU5は観測位置を示すインター120× $i$ と楽曲信号データのサンプル数 $H$ とを比較し、120× $i > H$ の判定が「NO」である場合  
30 以上で説明したS63～S65の処理を繰り返し、判定が「YES」である場合に処理S51を終了する (S62)。

【0011】 次に、CPU5は前記処理S51で求められ、前記RAM6に格納されている対数パワーの時系列 $P_1, P_2, \dots, P_N$ に対する時間変化量の時系列 $\Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_N$ を算出し、RAM6に格納する (S52)。

40 【0012】 次に、CPU5は対数パワーの時間変化量の時系列 $\Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_N$ の局所ピークを検出し、局所ピークの検出された時刻をアタック時刻とする (S53)。

【0013】 ここで、局所ピークの検出処理S53について、図4を使い説明する。まず、CPU5はフレーム番号 $i$ を初期化する ( $i=0: S41$ )。

【0014】 次に、CPU5は $\Delta P_i$ が局所ピークであるかどうかの判定を行う。判定式は以下のものを使う。

【0015】

$$\Delta P_i \geq \Delta P_{i-1} \quad \text{AND} \quad \Delta P_i \geq \Delta P_{i+1} \\ \text{AND} \quad \Delta P_i > (\text{あるしきい値})$$

3

CPU5は前記判定が「YES」である場合、処理をS44へ、「NO」である場合、S44をスキップしS45へ移行する(S43)。

【0016】処理S44ではCPU5は、フレーム番号iをアタック時刻としてRAM6上の所定のアドレスに書き込む(S44)。

【0017】次に、CPU5はフレーム番号iをインクリメントし、処理をS42に戻す(i=i+1:S45)。

【0018】S42では、CPU5は全てのフレームに対してS43～S45の処理が終了したかどうかの判定(i>N)を行い、判定が「YES」である場合、全処理を終了する。

【0019】図7は、処理結果の1例を示す。図7の横軸はフレーム番号(時間軸)を表わしている。上段のグラフは、前記A/D変換装置3により標準化された楽曲信号の振幅を縦軸にプロットしたものである。上段において縦線により印をつけた時刻が、真のアタック時刻である。中段のグラフは、前記処理S52において算出されRAM6に格納されている対数パワーの時間変化量を縦軸にプロットしたものである。中段において縦線により印をつけた時刻が、従来例により検出されたアタック時刻である(中段において、横軸に対し水平に引かれた直線は前記しきい値を示す)。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような自動採譜装置等に用いられるアタック時刻検出装置においては、楽曲信号の短時間パワーの時間変化量のピークを検出することによりアタック時刻の検出を行っていたため、例えば、図7上段に示す2番目のアタック時刻の様に検出しようとする楽器音の直前の音が強く、且つ継続時間が長い場合に、検出しようとする楽器音のアタック時刻における短時間パワーの立ち上がりが完全に隠されてしまい、その結果アタック時刻が正確に検出できないという欠点があった(図7中段)。

【0021】本発明は、上述した問題点を解決するもので、スペクトルの変化を利用することにより、精度良くアタック時刻の検出ができる装置を提供することを目的としている。

【0022】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために請求項1に記載の発明は、音響的な楽曲信号データに対し一定時間間隔毎にパワー・スペクトルを算出しパワー・スペクトルの時系列F1、F2、・・・、FN(但しFi={F1i、F2i、・・・、Fmi}は第iフレームのパワー・スペクトル、Mは周波数帯域分割数を示す。)を出力する周波数分析手段と、前記パワー・スペクトルの時間変化量を算出し時系列ΔF1、ΔF2、・・・、ΔFN(但しΔFi={ΔF1i、ΔF2i、・・・、ΔFmi}は第iフレームのパワー・スペクトルの時間変化量を示す。)を出力する微分手段と、各フレーム毎に前記パワ

4

ー・スペクトルの時間変化量の正の成分の総和を次式により算出し時系列S1、S2、・・・、SNを出力する手段と、

$$S_i = \sum_{k=1}^M \max(\Delta F_{ik}, 0)$$

但し、max(a,b)はa,bの内小さくない方の値

前記時系列S1、S2、・・・、SNの局所ピークを検出するピーク検出手段とを備えている。

【0023】

【作用】上記の構成を有する本発明の周波数分析手段は、音響的な楽曲信号データに対し一定時間間隔毎にパワー・スペクトルを算出しパワー・スペクトルの時系列F1、F2、・・・、FNを出力する。微分手段は前記パワー・スペクトルの時間変化量を算出し時系列ΔF1、ΔF2、・・・、ΔFNを出力する。時系列S1、S2、・・・、SN算出手段は、各フレーム毎に前記パワー・スペクトルの時間変化量の正の成分の総和を次式により算出し時系列S1、S2、・・・、SNを出力する。

$$S_i = \sum_{k=1}^M \max(\Delta F_{ik}, 0)$$

但し、max(a,b)はa,bの内小さくない方の値

ピーク検出手段は前記時系列S1、S2、・・・、SNの局所ピークを検出し、局所ピークの検出された時刻をアタック時刻とし出力する。

【0024】

【実施例】以下、本発明を具体化した一実施例を図面を参照して説明する。

30

【0025】図1は本実施例による自動採譜装置のブロック図である。本実施例を構成するオーディオ・アンプ1は演奏された楽曲信号を入力とし、この信号を適切な電圧値に増幅する。ローパス・フィルター2はオーディオ・アンプ1により増幅された信号における5、5kHz以下の周波数成分のみを通過させることにより、標準化時の折返し歪を抑えている。A/D変換装置3はローパス・フィルター通過信号を、サンプリング周波数12kHz、16ビットのデジタル信号に変換する。I/Oポート4はCPU5と、A/D変換装置3、ディスプレイ8とを接続している。CPU5は楽曲信号データの周波数分析処理、ピーク検出処理等を行ない、RAM6、及びROM7に接続されている。前記RAM6にはA/D変換装置3により標準化された楽曲信号データ、CPU5により処理された周波数分析結果、CPU5により検出されたアタック時刻等が格納されるエリアが用意されている。前記ROM7には周波数分析ロジック、ピーク検出ロジック等が格納されている。前記ディスプレイ8は処理結果等の表示を行なう。

50

【0026】以下、本実施例の動作について図2～図4を参照して説明する。

5

【0027】図2は本実施例により行なわれる処理を示すフローチャートである。

【0028】CPU5は始めに、A/D変換装置3により標準化されRAM6に格納されている楽曲信号データ  $x_1, x_2, \dots, x_H$  (Hはデータのサンプル数) に対して、120ポイント(10msec)間隔に設定されたフレーム毎に、短時間対数パワー・スペクトルの時系列  $F_1, F_2, \dots, F_N$  を算出する(S1)。

【0029】ここで、短時間対数パワー・スペクトルの\*

$$Q_{im} = \sum_{k=0}^{2M-1} x_{k+120 \cdot (i-1)} \cdot \exp [-j \cdot 2\pi (m-1)k/2M]$$

但し、 $m=1, 2, \dots, M$

本実施例においては、 $M=256$ とした(S33)。

【0031】次に、CPU5はS33で算出された前記短時間スペクトルに対し、次式により対数パワー・スペクトル  $F_i = \{F_{i1}, F_{i2}, \dots, F_{iM}\}$  を算出し、結果をRAM6に格納する(S34)。

【0032】 $F_{im} = \log(|Q_{im}|^2)$

但し、 $m=1, 2, \dots, M$

次に、CPU5は前記フレーム番号  $i$  をインクリメントし、処理をS32に戻す(S35)。

【0033】S32では、CPU5は観測位置を示すポインタ  $120 \times i$  と楽曲信号データのサンプル数  $H$  とを比較し、 $120 \times i > H$  の判定が「NO」である場合以上で説明したS33～S35の処理を繰り返し、判定が「YES」である場合、短時間対数パワー・スペクトル算出処理S1を終了する(S32)。

【0034】次に、CPU5は前記処理S1で求められ、前記RAM6に格納されている対数パワー・スペクトルの時系列  $F_1, F_2, \dots, F_N$  に対する時間変化量の時系列  $\Delta F_1, \Delta F_2, \dots, \Delta F_N$  (但し  $\Delta F_i = \{\Delta F_{i1}, \Delta F_{i2}, \dots, \Delta F_{iM}\}$  は第  $i$  フレームのパワー・スペクトルの時間変化量を示す。)を算出し、前記RAM6に格納する。本実施例では時間変化量として、次式の様な7フレーム分の対数パワー・スペクトルによる線形回帰係数を使用している(S2)。

【0035】

$$\Delta F_{i1} = \sum_{k=1}^7 (k \cdot F_{i+k-1}) / 28$$

次に、CPU5は前記処理S2で求められ、前記RAM6に格納されている対数パワー・スペクトルに対する時間変化量の時系列  $\Delta F_1, \Delta F_2, \dots, \Delta F_N$  に対し各フレーム毎に正の成分の総和を次式により算出し、時系列  $S_1, S_2, \dots, S_N$  を算出する(S3)。

【0036】

6

\*時系列算出処理S1について図3を参照し説明する。まず、CPU5は楽曲信号データに対して処理を行うフレームの番号  $i$  (以後、フレーム番号)を初期化する( $i=0$ :S31)。次に、RAM6に格納されている楽曲信号データを入力とし、短時間スペクトル  $Q_i = \{Q_{i1}, Q_{i2}, \dots, Q_{iM}\}$  ( $M$ は周波数帯域分割数を示す。)を次式に示す離散フーリエ変換より算出する。

【0030】

$$S_i = \sum_{k=1}^M (\Delta F_{ik}, 0)$$

但し、 $\max(a, b)$  は  $a, b$  の内小さい方の値

次に、CPU5は前記時系列  $S_1, S_2, \dots, S_N$  の局所ピークを検出し、局所ピークの検出された時刻をアタック時刻とする(S4)。

20 【0037】ここで、局所ピークの検出処理S4について、図4を使い説明する。まず、CPU5はフレーム番号  $i$  を初期化する( $i=0$ :S41)。

【0038】次に、CPU5は  $S_i$  が局所ピークであるかどうかの判定を行う。判定式は以下のものを使う。

【0039】

$$S_i \geq S_{i-1} \text{ AND } S_i \geq S_{i+1}$$

$$\text{AND } S_i > (\text{あるしきい値})$$

CPU5は前記判定が「YES」である場合処理をS44へ、「NO」である場合S44をスキップしS45へ移行する(S43)。

30 【0040】CPU5は、処理がS44に移行した場合、フレーム番号  $i$  をアタック時刻としてRAM6上の所定のアドレスに書き込む(S44)。

【0041】次に、CPU5はフレーム番号  $i$  をインクリメントし、処理をS42に戻す( $i=i+1$ :S45)。

【0042】S42では、CPU5は全てのフレームに対してS43～S45の処理が終了したかどうかの判定( $i > N$ )を行い、判定が「NO」である場合S43～S45の処理を繰り返し、判定が「YES」である場合、全処理を終了する(S42)。

40 【0043】図7は、処理結果の1例を示す。図7の横軸はフレーム番号(時間軸)を表わしている。上段のグラフは、前記A/D変換装置3により標準化された楽曲信号の振幅を縦軸にプロットしたものである。上段において縦線により印をつけた時刻が、真のアタック時刻である。下段のグラフは、前記処理S3において算出されRAM6に格納されている時系列  $S_1, S_2, \dots, S_N$  を縦軸にプロットしたものである。下段において縦線により印をつけた時刻が、本実施例により検出されたア

50 タック時刻であり、2番目のアタック時刻に対しても検

7

出されていることが分かる（下段において、横軸に対し水平に引かれた直線は前記しきい値を示す）。

【0044】本発明は、以上詳述した構成に限定されるものではなく、その主旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることができる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように、本発明の自動探譜装置等に用いられるアタック時刻検出装置によれば、音響的な楽曲信号データに対し一定時間間隔毎にパワー・スペクトルを算出しパワー・スペクトルの時系列  $F_1, F_2, \dots, F_N$  を出力する周波数分析手段と、前記パワー・スペクトルの時間変化量を算出し時系列  $\Delta F_1, \Delta F_2, \dots, \Delta F_N$  を出力する微分手段と、各フレーム毎に前記パワー・スペクトルの時間変化量の正の成分の総和を次式により算出し時系列  $S_1, S_2, \dots, S_N$  を出力する手段と、

$$S_i = \sum_{k=1}^N \max(\Delta F_{ik}, 0)$$

但し、 $\max(a, b)$  は  $a, b$  の内小さくない方の値  
前記時系列  $S_1, S_2, \dots, S_N$  の局所ピークを検出するピーク検出手段とを有し、前記局所ピークの検出された時刻をアタック時刻とすることにより、精度良くア

8

タック時刻を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の動作を示すフローチャートである。

【図3】図3は、本発明の周波数分析処理の動作を示すフローチャートである。

【図4】図4は、ピーク検出処理の動作を示すフローチャートである。

【図5】図5は、従来例の動作を示すフローチャートである。

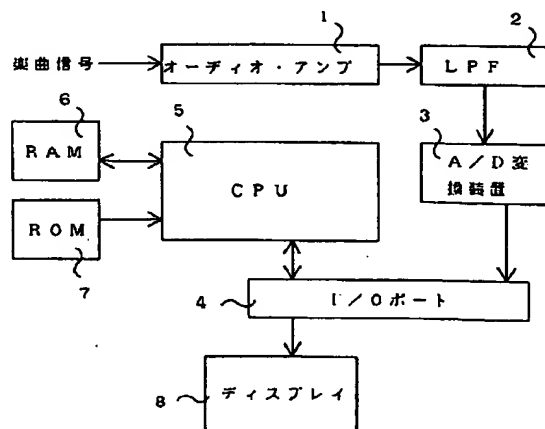
【図6】図6は、従来例の対数パワー算出処理の動作を示すフローチャートである。

【図7】図7は、アタック時刻検出処理結果を示す説明図である。

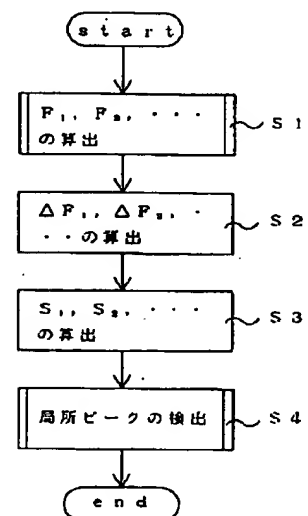
【符号の説明】

- 1 オーディオ・アンプ
- 2 ローパス・フィルター
- 3 A/D変換装置
- 5 CPU
- 8 ディスプレイ

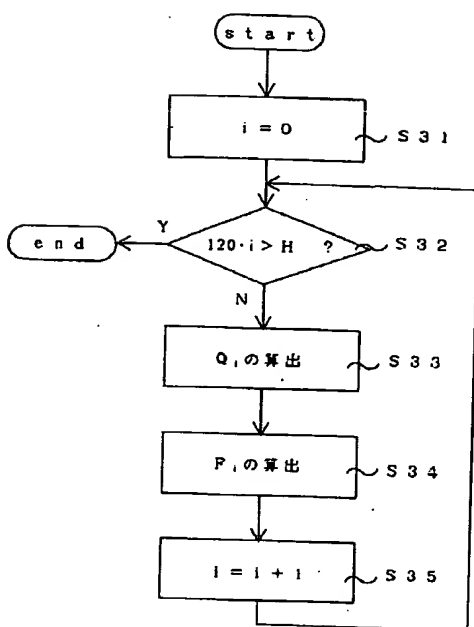
【図1】



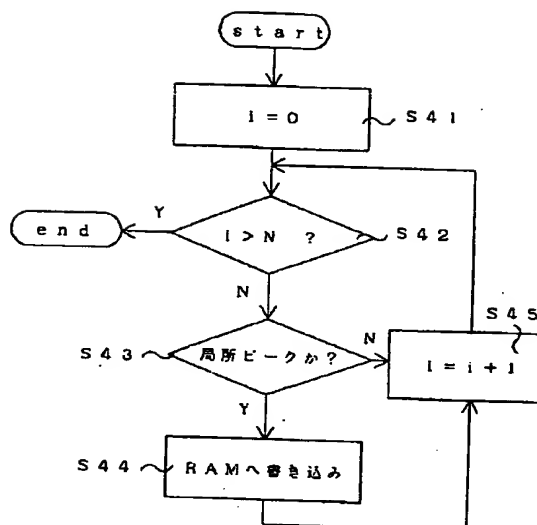
【図2】



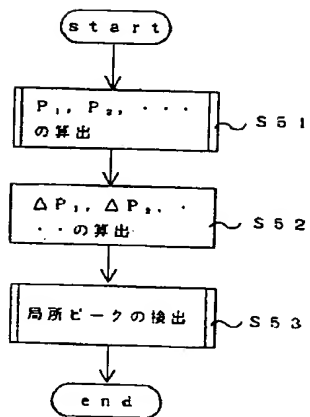
【図3】



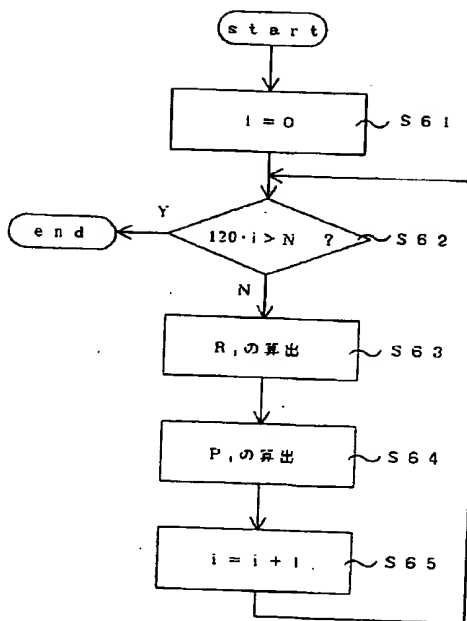
【図4】



【図5】

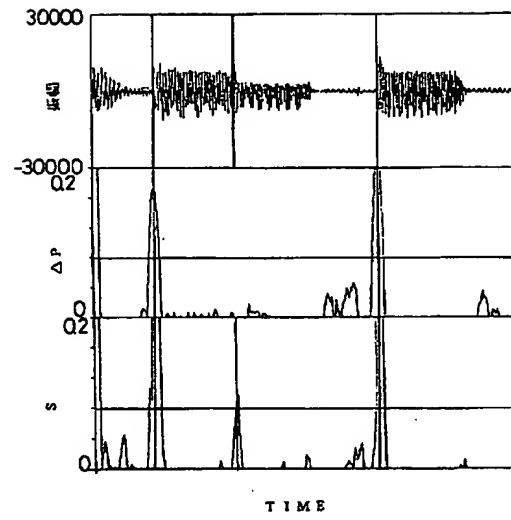


【図6】





【図7】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**